

S/N To be assigned

42  
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Henriksson Serial No.: To be assigned  
Filed: CONCURRENT HEREWITH Docket No.: 796.415USW1  
Title: TESTING OF RADIO TRANSCEIVER

U.S. PRO  
10/008435  
11/13/01

CERTIFICATE UNDER 37 C.F.R. 1.10:

'Express Mail' mailing number: \_EL887039110US\_

Date of Deposit: November 13, 2001

The undersigned hereby certifies that this Transmittal Letter and the paper or fee, as described herein, are being deposited with the United States Postal Service 'Express Mail Post Office To Addressee' service under 37 CFR 1.10 and is addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

By:   
Kari Arnold

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Box Patent Application  
Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

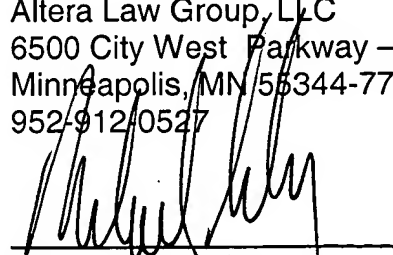
Enclosed is a certified copy of Finnish application, Serial Number 991268, filed 3  
June 1999, the priority of which is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Altera Law Group, LLC  
6500 City West Parkway – Suite 100  
Minneapolis, MN 55344-7701  
952-912-0527

Date: November 13, 2001

By:

  
Michael B. Lasky  
Reg. No. 29,555  
MBL/blj

Helsinki 9.10.2001

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

J1000 U.S. PTO  
10/008435  
11/13/01



Hakija  
Applicant

Nokia Telecommunications Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

991268 (Pat.107096)

Tekemispäivä  
Filing date

03.06.1999

Kansainvälinen luokka  
International class

H04B 17/00

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Lähetin-vastaanottimen testaus"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 01.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 01.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Lähetin-vastaanottimen testaus/ Testing of radio transceiver /Testning av sändarmottagare

### Keksinnön ala

- 5 Tämä keksintö kohdistuu radio-osien testaukseen lähetin/vastaanottimessa, jossa lähetin ja vastaanotin on kytketty duplexsuodattimen kautta yhteiselle antennille. Erityisesti keksintö kohdistuu radiolähetimen ja sen duplexsuodattimeen yhdistävän kaapelin, radiovastaanottimen ja sen duplexsuodattimeen yhdistävän kaapelin sekä duplexsuodattimen toiminnan testaamista.
- 10

### Tekniikan tausta

- Radiojärjestelmissä, joissa lähetin ja vastaanotin on yhdistetty duplex-suodattimen kautta yhteiselle antennille, on tunnettua käyttää radio-  
15 taajuista itsediagnosointia. Siinä lähetin lähettää lähetystaajuisen testisignaalin, joka muunnetaan vastaanottotaajuudelle ja syötetään vastaanottimeen. Testisignaali voi sisältää tunnetun bittikuvion, jonka perusteella voidaan päätellä lähetimen ja vastaanottimen toiminnan virheettömyys. Diagnostisoinnissa voidaan käyttää erillistä lähetimen ja vastaanottimen toisiinsa  
20 yhdistävää testisilmukkaa tai testisilmukka voi sisältää osia lähetin- ja vastaanotinhaaran signaalitiestä.

- Kuvio 1 esittää erästä tunnettua periaatekytkentää testauksen suorittamiseksi. Tämän tyyppinen kytkentä ja sen muunnoksia on kuvattu esim. patentissa US-5337316, Weiss et al. Lähetinvastaanotinyksikkö käsittää lähetimen 100, joka on yhdistetty kaapelin 101 kautta duplexsuodattimelle 102, ja vastaanottimen 103, joka on yhdistetty kaapelilla 104 duplexsuodattimelle. Lähetin ja vastaanotin voivat virittyä eri taajuuksille, joten niiden paikallisoskillaattoritaajuudet muodostetaan taajuussyntetioijilla. Edellä sanottu on alan perustietämystä. Testisilmukka muodostetaan siten, että lähetinhaaraan johdetusta lähetimen muodostamasta testisignaalista esim. tunnetun bittikuvion sisältävästä lähetinsignaalista otetaan näyte TX kytkimellä 105. Kytkimenä 105 voidaan käyttää suuntakytkintä, jolla lähetinsignaalin tehosta otetaan haluttu teho. Testisignaali johdetaan kytkimen 107 kautta sekoittimelle 106, jossa taajuus muutetaan lähetystaajuudesta vastaanottotaajuudeksi. Taajuudeltaan muunnettu signaali johdetaan sitten vastaanotinhaarassa olevalle suuntakytkimelle 106, jonka kautta signaali etenee edelleen
- 25
- 30
- 35

vastaanottimelle 103. Testisilmukka muodostuu siten lähettimestä, suunta-kytkimestä 105, kytkimestä 107, sekoittimesta 108, suuntakytkimestä 106 sekä vastaanottimesta.

5 Tämän US-patentin mukaisen kytkennän eräs suoritusmuoto on, että lähetimen lähetystaajuus ja vastaanottimen vastaanottotaajuus asetetaan samoiksi. Tällöin testisilmukassa oleva sekoitin voidaan jättää kokonaan pois ja korvata kytkimellä, joka päästää testilähetteen vastaanottimelle testin aikana.

10 Testausta ohjaa ohjausyksikkö 111, joka kontrolloi lähetimen ja vastaanottimen taajuutta sekä ohjaa sekoitustaajuuden muodostavaa jänniteohjattua oskillaattoria 106. Ohjausyksikkö ohjaa myös kytkimiä 107 ja 109, jotka ovat "kiinni" asennossa testauksen ajan. Ohjausyksikkö voi lisäksi muodostaa testisignaalin sisällön ja analysoida vastaanottimen vastaanottaman testisignaalin.

15 Kuviossa 2 on esitetty periaate taajuustasossa tarkasteltuna. Kuviossa on kuvattu erään järjestelmän lähetyskaista TX ja vastaanottokaista RX. Kaista on jaettu kanaviin (ei esitetty). Kun lähetin muodostaa testisignaalin lähetyskaistan TX taajuutta  $f_T(x)$  käyttävällä kanavalla, muutetaan testisilmukassa olevalla sekoittajalla lähetystaajuus vastaanottokaistan RX taajuudeksi  $f_R(x)$ . Testisignaali kulkee siten lähetin/vastaanotin yksikön sisällä. Testauksessa lähetin- ja vastaanottotaajuuksien taajuusero on edullisesti järjestelmän duplexväli mutta tämä ei ole välttämätöntä, mikäli ohjausyksikkö ohjaa syntetisaattoreiden taajuutta toisistaan riippumatta.

20 Edellä kuvatussa testausjärjestelyssä osa lähetin- ja vastaanotinhaarasta sisältyy testisilmukkaan.

Patentissa US- 5457812, Siira et al, on kuvattu testaus käyttäen erillistä testisilmukkaa. Kuvio 3 esittää tämän ratkaisun periaatetta. Tässä on kyseessä esimerkiksi solukkonverkon tukiasema, jossa on useita lähetin-vastaanotinyksiköitä, kuviossa on kuusi yksikköä. Lähettimet on esitetty viitteillä Transmitter 1,...,Transmitter 6 ja vastaanottimet vastaavasti Receiver1,...,Receiver6. Normaalityönnäkössä lähettimien lähdeistä saatavat radiosignaalit yhdistetään komppainerissa 310 yhdistetyksi signaaliksi, joka johdetaan edelleen yhteistä kaapelia pitkin duplexsuodattimelle 311 ja edelleen antenniin. Vastaanotettu signaali johdetaan antennilta duplexsuodattimelle 311, josta summasignaali johdetaan vastaanotinhaaraan, vahvistetaan vahvistimella 312 ja jaetaan lopuksi laajakaistaisella jakajalla 313 vastaanotti-

mille. Kaikki taajuudet jaetaan siten tasaisesti kaikkien vastaanottimien kesken ja kukin vastaanotin valitsee oman taajuutensa sekoittimen ja kaapekaistaisen suodattimen avulla. Tämä on alalla tunnettu asia.

US-patentinmukaisesti lähettimien ja vastaanottimien oikea toiminta  
 5 tarkistetaan siten, että jokaisessa lähettimessä on oma ulostulonsa testisignaali. Kuviossa on ulostuloja merkitty viitteillä a-f. Ulostulolla on kaksi lähtöimpedanssin tilaa: matalaimpedanssitila noin  $50 \Omega$  silloin kun lähetin lähettää testisignaalia ja korkeaimpedanssitila noin  $10 k\Omega$  silloin testisignaalia ei lähetetä. Ulostulot on kytketty yhteiseen testikaapeliin 314 siten, että kahden vierekkäisen lähettimen testiulostulojen kytkentäkohdan etäisyys toisistaan yhteisellä kaapelilla on  $\lambda/2$  tai sen monikerta. Niinpä esim. lähettimien 1 ja 2 testiulostulojen kytkentäkohdan etäisyys testikaapelilla on  $n \cdot \lambda/2$ , lähettimien 2 ja 3 kytkentäkohtien etäisyys on  $n \cdot \lambda/2$  jne. Testikaapeli on yhdistetty taajuusmuunnoksen tekevään silmukkayksikköön 315.

15 Lähettimet lähettävät testisignaalin vuorotellen. Lähettävän lähettimen testiulostulo on matalaimpedanssitilassa ja muut ovat korkean impedanssin tilassa. Puoliaaltotekniikalla testikaapeliin yhdistetyt ei lähettävät lähettimet näkyvät toisilleen lähes äärettömänä impedanssina, joten ne eivät kuormita toisiaan. Ainoastaan testisignaalia lähettävän lähettimen matala  
 20 impedanssi kuormittaa taajuusmuunnoksen tekevää silmukkayksikköä 315. Näin voidaan käyttää yhtä ainoata silmukkakaapelia sen sijaan, että lähettimien lähdöt yhdistettäisiin kukin omalla kaapelillaan yksikköön 315, johon olisi lisättävä tätä varten kompaineriominaisuus.

25 Näillä tekniikan tason mukaisilla lähetin-vastaanottimen testausjärjestelyillä on eräitä haittoja. Kuvion 1 tyyppisissä ratkaisuissa tarvitaan ylimääräinen syntetisaattori sekoitustaajuuden muodostamiseksi, sekoitusaste, signaalien kytkentäpiirejä kuten suuntakytkimiä, sekä kytkimiä, joilla testauksen vaikutus voidaan minimoida normaalikäytössä. Vaikka lähetin ja vastaanotin käyttäisivätkin samaa taajuutta, tarvitaan silti ohjattavia kytkimiä.  
 30 Syntetisaattori tarvitsee ohjelmoinnin toimiakseen oikealla taajuudella ja kytkimet tarvitsevat omat ohjauksensa. Käytettäessä kuvion 1 mukaista ratkaisua ympäristössä, jossa on useita lähetin/vastaanotinyksiköjä, tarvitaan paitsi suuri lukumäärä kaapeleita myös suuri määrä kytkimiä, sekoittimia ja oskillaattoreita. Lukumäärää voidaan vähentää kuvion 3 mukaisella tunnetulla ratkaisulla. Lisäksi testi on mahdollinen yhden lähe-

35

tin/vastaanotinyksikön (TRX) sisällä, joten on mahdotonta sanoa, onko vika lähettimessä vai vastaanottimessa.

5 Tekniikan tason mukaisten ratkaisujen suuri haitta on, että ne testaavat ainoastaan lähettimen ja vastaanottimen kunnon. Niillä ei voida testata duplexsuodattimen oikeata toimintaa eikä edes havaita sitä, jos suodatin puuttuu kokonaan tai jos lähettimen tai vastaanottimen suodattimeen yhdistävä kaapeli on viallinen tai puuttuu kokonaan.

### Keksinnön lyhyt yhteenveto

10 Tämän keksinnön eräänä tavoitteena on testausjärjestely, joka mahdollistaa paitsi lähetin/vastaanottimen testauksen niin myös lähettimet ja vastaanottimet duplexsuodattimeen yhdistävän kaapelin ja duplexsuodattimen testaamisen.

15 Keksinnön toisena tavoitteena on testausjärjestely, jossa tarvittavien testauspiirin komponenttien tarve on vähäinen, edullisesti nolla.

Keksintö perustuu oivallukseen käyttää hyväksi sitä, että duplexsuodattimen lähetyshaaran suodattimen taajuusvaste ja vastaanottohaaran suodattimen taajuusvaste ovat estoalueella osittaista päällekkäiset. Tällöin sekä testilähetyksessä että vastaanotossa voidaan käyttää samaa estoalueen taajuutta. Lähettimen paikallisoskillaattoria säädetään siten että lähetettävän signaalin kantaaltotaajuus siirtyy järjestelmän vastaanotto- ja lähetystaajuuskaistojen väliin. Vastaanottimen paikallisoskillaattoria säädetään siten että vastaanottotaajuus siirtyy vastaanotto- ja lähetystaajuuskaistojen väliin samalle taajuudelle kuin mihin on säädetty lähettimen taajuus. Testisignaali lähetetään ja vastaanotetaan tällä taajuudella. Näin saadaan antenniin lähetyssignaali, joka on duplexsuodattimen tx-suodatinosassa vaimennuttuaan riittävän pienitehoinen täyttämään antennirajapinnan vaatimukset mutta samalla riittävän suuritehoinen niin että duplexsuodattimen rx-suodatinosan vaimennuksen verran vaimennuttuaan se on vastaanottimen herkkyyssrajan yläpuolella.

20  
25  
30

Tällä tavalla saadaan vastaanottimeen oman lähettimen signaali. Yksinkertaisimmassa toteutuksessa ei tarvita mitään ylimääräisiä osia verrattuna normaaliin lähetys- ja vastaanotto toimintaan.

### Kuvioluettelo

Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin oheisten kaaviollisten kuvioiden avulla, joista

5

- kuvio 1 erästä lähetin/vastaanottimen testisilmukkakytkentää,
- kuvio 2 lähetys- ja vastaanottotaajuusalueita,
- kuvio 3 erästä toista lähetin/vastaanottimen testisilmukkakytkentää,
- kuvio 4 esittää keksinnön ajatusta taajuustasossa tarkasteltuna,
- 10 kuvio 5 esittää usean lähetin/vastaanotinyksikön järjestelyä,
- kuvio 6 esittää kompainerin ohitusta,
- kuvio 7 kuvaa keksinnön toista suoritusmuotoa ja
- kuvio 8 kuvaa toisen suoritusmuodon muunnosta.

15

### Keksinnön yksityiskohtainen selostus

- Kuviosta 4 ilmenee hyvin ajatus, mihin keksintö perustuu. Se perustuu siihen, että järjestelmissä, joissa duplexsuodattimen rajaama lähetyskaista TX ja vastaanottokaista RX ovat riittävän lähellä toisiaan siten, että ne menevät estoalueella osittain päällekkäin, on löydettävissä lähetystaajuus, jolla lähetetty signaali läpäisee sekä duplexsuodattimen lähetyspuoliskon että vastaanotinsuodatinpuoliskon. Testisignaali lähetetään sellaisella teholla, että vaikka se vaimenee molemmissa suodattimissa, se ylittää silti vastaanottimen herkkyyksirajan ja on siten ilmaistavissa. Selvennyksen vuoksi
- 20 huomautetaan, että duplexsuodatin muodostuu kahdesta erillisestä kaistanpäästösuodattimesta, nimittäin lähetyshaarakan suodattimesta ja vastaanottohaarakan suodattimesta.

25

### Keksinnön ensimmäinen suoritusmuoto

30

Kuvion 5 ja kuvion 4 avulla selostetaan tarkemmin tapahtumia ehdotetussa menettelyssä. Kuvio 5 vastaa pääosiltaan kuviota 3, joten toimintatavanomaisessa muodossaan on alan ammattilaiselle selvää.

35

Oletetaan, että testin toimeenpaneva ohjausyksikkö 51 testaa lähettimen 1 ja vastaanottimen 1 sekä niitä yhdistävän silmukan, johon kuuluvat kaapeli, joka yhdistää lähetyshaarassa olevan kompainerin 52 duplexsuodattimen 53 TX-suodatinosaan, ja kaapeli, joka yhdistää duplexsuodatti-

men 53 RX-suodatinosan jakoelimeen 54, sekä itse duplexsuodatin. Lisäksi oletetaan, että kompaineri on laajakaistainen, esim. Wilkinson-jakajaan perustuva komponentti, jolloin se ei oleellisesti vaimenna testisignaalin taajuutta.

- 5 Ohjausyksikkö antaa sekä lähettimen 1 että vastaanottimen 1 syntetisaattoreille ohjauksen, joka saa ne virittymään testisignaalin taajuudelle  $f_{\text{TEST}}$ . Taajuus on lähetys- ja vastaanottokaistan välissä, kuvio 4, alueella, jossa suodattimien estokaistat laskostuvat päällekkäin. Lähetin 1 lähettää sitten esim. tietyn bittikuvion sisältävän melko pienitehoisen testisignaalin
- 10  $S_{\text{TEST}}$  taajuudella  $f_{\text{TEST}}$ . Testisignaali etenee leveäkaistaisen kompainerin 52 kautta kaapelille 1 ja edelleen duplexsuodattimen TX-suodatinhaaraan. TX-suodatin vaimentaa signaalia suodattimen vaimennuskäyrän mukaisesti voimakkaasti, koska taajuus on TX kaistan estoalueella, piste P1. Suodattimen ulostulosta saadaan siten A dB vaimentunut testisignaali  $S_{\text{TEST}}$ . Osa sen tehosta menee antennille ja osa etenee duplexsuodattimen 53 RX-suodatinhaaraan. Koska testisignaali on RX-suodattimen estoalueella, kuvio 4, vaimenee testisignaali lisää, piste P2, joten vastaanottohaaran kaapelille 2 etenee voimakkaasti vaimentunut testisignaali  $S_{\text{TEST}}$ . Se etenee edelleen jakajan 54 kautta vastaanottimelle 1.

- 20 Lähetettävän testisignaalin teho ja taajuus valitaan ottaen huomioon duplexsuodattimen aiheuttamat vaimennukset. Tehon on oltava riittävä pieni, jotta duplexsuodattimen TX-suodatinosassa vaimennuttuaan signaali täyttää antennirajapinnan asettamat vaatimukset mutta samalla riittävän suuri niin että duplexsuodattimen rx-suodatinosan vaimennuksen verran vaimennuttuaan se on vastaanottimen herkkyyssrajan yläpuolella.

- 25 Numeroesimerkkinä mainitaan ehdotetun testitavan käyttö GSM-matkapuhelinjärjestelmän tukiasemalla. Numeroesimerkkinä voidaan ajatella esim. GSM järjestelmää. Lähettimen lähtöteho säädetään niin, että testisignaalin  $S_{\text{TEST}}$  teho on esim. +20 dBm ja lähetystaajuus  $f_{\text{TEST}}$  valitaan siten,
- 30 että duplexsuodattimen tx-suodattimessa on vaimennusta esim. 70 dB. Tällöin antennissa oleva testilähetystaajuuden tehotaso on -50 dBm mikä on alle GSM vaatimuksen edellyttämän -36 dBm. Duplexsuodattimen rx-suodatin aiheuttaa tässä tapauksessa esim. 20 dB vaimennuksen, joten vastaanottoon saadaan -70 dBm signaalitaso, jolla vastaanotto vielä onnistuu ilman ongelmia.
- 35

Esitetyllä tavalla duplexsuodattimen ominaisuuksia hyväksikäyttäen voidaan muodostaa testisilmukka, joka sisältää kaikki ne komponentit ja signaalit, jotka joiden kautta lähetys- ja vastaanotinsignaalit normaalitoiminnassa kulkevat. Yhdenkin komponentin toimintakyvyttömyys tai vajaatoiminta  
5 voidaan päätellä vastaanotetusta testisignaalista.

Edellä kuvatussa esimerkissä lähetin 1 lähetti testisignaalin ja vastaanotin 1 vastaanotti sen. Testi on myös mahdollista tehdä yhdellä lähettimellä ja monella vastaanottimella samanaikaisesti. Tällöin on mahdollista saada tarkempaa tietoa vian esiintymispaikasta.

10 Esimerkiksi jos lähetin1 lähettää testisignaalin ja se vastaanotetaan kaikilla vastaanottimilla niin tiedetään, että jos yksikin vastaanottimista saa sanoman oikein on lähetin1 kunnossa ja vastaavasti ne vastaanottimet, jotka eivät saaneet sanomaa oikein eivät ole kunnossa. Vastaavasti mikäli yksikään vastaanottimista ei ole saanut sanomaa oikein voi vika olla joko lähettin1:ssä, kompainerissa 52, kaapeleissa, duplexsuodattimessa 53, vahvistimessa 55, jakajassa 54 tai kaikissa vastaanottimissa samanaikaisesti. Lähettämällä testisignaali vuoronperään eri lähettimistä voidaan löytää viallinen  
15 lähetin, jos ainakin yksi lähetin ja yksi vastaanotin toimii eikä vika ole kompainerissa, kaapeleissa, duplex-suodattimessa, antennivahvistimessa tai jakajassa.

20 Kuvion 5 mukainen ratkaisu ei vaadi mitään ylimääräisiä komponentteja. Käytännön toteutus on halpa ja yksinkertainen, se ei vie tilaa eikä kuluta ylimääräistä tehoa. Haittapuolena voi olla mahdollinen mutta todennäköisesti kuitenkin harvinainen vika, jota ei havaita. Tällainen voisi olla esim. lähettimen lähtötehon tippuminen lähetyskaistan siinä päässä, joka on  
25 kauempana vastaanottokaistasta.

Ylimääräisiä komponentteja tarvitaan kuitenkin silloin, kun kompaineri on kapeakaistainen. Tällaisen suodattimiin perustuvan kompainerin yhden haaran päästökaista on vain hieman modulaatiokaistanleveyttä suurempi, esim. GSM- järjestelmässä päästökaista on vähän yli 200 kHz. Kunkin haaran suodattimen päästökaistan keskitaajuus viritetään tavallisesti moottorilla haaraan kytketyn lähettimen keskitaajuudelle. Tällainen kapeakaistainen kompaineri ei päästä lävitseen testisignaalin taajuutta.  
30

Kuvion 6 esittää tarvittavaa järjestelyä kapeakaistaisen kompainerin tapauksessa. Kuviossa käytetyt viitenumerot ovat soveltuvin osin samat kuin kuviossa 5. Koska kompaineri 53 on kapeakaistainen eikä laske  
35

lävitseen testisignaalin taajuutta, se ohitetaan kytkimellä 60. Kytkin on sinänsä tunnettu N in- 1 out tyyppinen kytkin, tässä tapauksessa mikä tahansa sisääntulo voidaan kytkeä lähtöön. Jokaisen lähettimen lähtölinjalla olevalla kytkimellä esim. suuntakytkimellä 601,...,606 johdetaan lähettimen lähtösignaali kytkimen 60 asianomaiseen tuloon. Tällöin mikäli testausyksikkö 51 haluaa lähettimen 1 lähettävän testisignaalin, se kytkee suuntakytkimen 606 lähdön kytkimen 60 lähtöön. Tällöin testisignaali kulkee duplexsuodattimelle suuntakytkimen 606, kytkimen 60 ja suuntakytkimen 607 kautta. Viimeksi mainittu kytkin on edullista kytkeä kaapelin 1 kompainerin 52 puoleiseen päähän, jolloin kaapeli voidaan myös testata. Itse testaus sujuu samoin kuin kuvion 5 yhteydessä on kuvattu. Ero on vain se, että kompaineri 52 on ohitettu sen rinnalle kytketyllä kytkimellä 60.

Edellä kuvatut toteutukset ovat yksinkertaisia, koska ylimääräisiä osia tarvitaan vain kapeakaistaisen kompainerin tapauksessa. Mikäli suodattimien vaimennukset ovat riittävän stabiilit käytetyllä testaustaajuudella voidaan lähettimen ja vastaanottimen vahvistinasteiden toiminta tarkistaa vastaanottimen mittaaman vastaanotetun signaalin voimakkuusmittauksen perusteella.

Mikäli suodattimien vaimennus testitaajuudella ei käyttäydy säännöllisesti ts. sitä ei ole mahdollista tallettaa ja käyttää hyväksi, voidaan keksinnön perusajatus toteuttaa seuraavanlaisilla kytkennöillä.

### **Keksinnön toinen suoritusmuoto**

Kuviossa 7 esitetty toteutus perustuu hallittuun vaimennukseen testitaajuudella. Tässä on lähetinhaaran ja vastaanotinhaaran väliin kytketty testisuodatin 71. Se on kytketty haaroihin asianomaisella TX-kytkennällä 72 ja RX-kytkennällä 73. Kytkennät voivat olla suuntakytkimiä. Testaussilmukka muodostuu siten lähettimestä 1, TX-kytkennästä 72 kaistanpäästösuodattimesta 71, RX-kytkennästä 73 ja vastaanottimesta.

Testitaajuudella duplexsuodattimen 70 tx- ja rx-suodatinosien vaimennuksien on oltava suurempi kuin testaukseen käytetyn silmukan vaimennus, jotta pääosaa testisignaalista kulkisi suodattimen 71 kautta. Vastaavasti testaukseen käytetyn taajuusalueen ulkopuolella tulisi testaukseen käytetyn reitin vaimennus olla paljon suurempi kuin duplexsuodattimen vaimennus, jotta testireitti ei huonontaisi normaalin toiminnan suorituskykyä. Jos näin ei olisi, Esimerkiksi, jos duplex-suodattimen tx-haarassa on vas-

taanottokaistalla 80 dB vaimennusta (siis normaalikäytössä), tulisi testireitillä olla vaimennusta noin 10 dB enemmän samalla kaistalla eli noin 90 dB. Jos duplex-suodattimen tx- ja rx-haaroissa on testikaistalla vähintään 70 dB, vaimennusta tulisi testireitillä olla vaimennusta noin 10 dB vähemmän samalla kaistalla eli noin 60 dB.

Esimerkin tapauksessa voisi tx- ja rx-kytkennän voimakkuus olla esim. -30 dB ja testisuodattimen vaimennus testitaajuudella esim. -2 dB. Tällöin testireitin vaimennus testitaajuudella on -62 dB ja duplexsuodattimen vaimennus on vähintään -70 dB, joten pääosa testisignaalista kulkee testihaaran kautta. Vastaavasti jos testisuodattimessa on rx-kaistalla ja tx-kaistalla vaimennusta 30 dB, ei testireitti juurikaan vaikuta vaan lähetysignaali etenee duplexsuodattimelle ja vastaanotettu signaali etenee vastaanottimelle kuten pitääkin.

Testireitti voidaan integroida duplexsuodattimen sisään. Tällöin testillä voidaan mitata myös duplexsuodattimen ja lähettimen ja duplexsuodattimen ja vastaanottimen välisten kaapeleiden kunto ja lisäksi se, että duplexsuodatin on kytkettynä. Duplexsuodattimen tx- ja rx-haarojen suodattimien kunnosta testi ei kerro.

Kuviossa 8 esitetty toteutusvaihtoehto perustuu myöskin hallittuun vaimennukseen, mutta siten, että testivaimennus on käytössä vain testin ajan. Testin ajaksi kytkin 80 ohjataan kiinni, joten testisignaali pääsee suoraan lähetinhaarasta vastaanotinhaaraan. Testitaajuudella duplexsuodattimen vaimennuksien on oltava suurempi kuin testaukseen käytetyn reitin vaimennus testin aikana. Vastaavasti normaali toiminnassa tulisi testaukseen käytetyn reitin vaimennus olla suurempi, jotta se ei huonontaisi normaalin toiminnan suorituskyyä. Esimerkiksi, jos duplex-suodattimen tx-haarassa on rx-kaistalla 80 dB vaimennusta, tulisi testireitillä olla normaali-toiminnassa vaimennusta noin 10 dB enemmän samalla kaistalla eli noin 90 dB. Jos duplex-filtterin tx- ja rx-haaroissa on testikaistalla vähintään 70 dB vaimennusta, tulisi testireitillä olla testitoiminnassa vaimennusta noin 10 dB vähemmän samalla kaistalla eli noin 60 dB.

Esimerkin tapauksessa voisi tx- ja rx-kytkennän voimakkuus olla esim. -30 dB ja kytkimen vaimennus testitaajuudella esim. -2 dB. Tällöin testireitin vaimennus testitaajuudella on -62 dB ja duplexsuodattimen vähintään -70 dB, joten duplexsuodattimen vaimennus testitaajuudella on suuri ja pääosa testisignaalista menee testireitin kautta. Vastaavasti jos kytkimessä 80

- on normaalikäytössä rx-kaistalla vaimennusta 30 dB, ei testireitin vaikutus lähetyksessä kokonaisvaimennukseen ole merkittävä . Mikäli testireitti integroidaan duplexsuodattimen sisään, testillä voidaan mitata myös duplexsuodattimen ja lähettimen ja duplexsuodattimen ja vastaanottimen välisten
- 5 kaapeleiden kunto ja samoin se, että duplexsuodatin on kytkettynä. Itse duplexsuodattimen tx- ja rx-haarojen suodattimien kunnosta testi ei kerro.

Edellä on kuvattu keksinnön eräitä mahdollisia toteutustapoja. Alan ammattimiehelle on selvää, että patenttivaatimusten määritteet mahdollistavat myös lukuisia muita toteutustapoja.

### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä radiolähetin-vastaanottimen testaamiseksi järjestelmässä, jossa duplex-suodattimen lähetysshaaran suodattimen rajaama lähetys-

5 taanottosignaalin päästökaista ja vastaanottohaaran suodattimen rajaama vastaanottosignaalin päästökaista ovat vierekkäiset siten, että suodattimien taajuusvastekäyrät ovat päästökaistojen välisellä estoalueella osittain päällekkäiset, t u n n e t t u siitä, että

viritetään lähettimen lähetystaajuus lähetysignaalin päästökaistan sivuun testitaajuudelle, joka on lähetysshaaran suodattimen taajuusvaste-

10 käyrän ja vastaanottohaaran suodattimen taajuusvastekäyrän estoalueella,

viritetään vastaanottimen vastaanottotaajuus testitaajuudelle, lähetetään testisignaali,

vastaanotetaan testisignaali, joka on vaimentunut edettyään duplex-suodattimen lähetysshaaran suodattimen ja vastaanottohaaran suodattimen kautta.

15

2. Menetelmä useita radiolähetin-vastaanottimia sisältävän yksikön testaamiseksi järjestelmässä, jossa

lähettimien lähetysignaali yhdistetään kompainerissa summasignaali-

20 naaliksi ja johdetaan duplex-suodattimelle ja vastaanotettu eri taajuuksia sisältävä summasignaali johdetaan duplex-suodattimelta jakajalle, joka jakaa eri taajuuksia sisältävän signaalin johdettavaksi edelleen omaan vastaanottimeensa,

duplex- suodattimen lähetysshaaran suodattimen rajaama järjestelmän lähetys-

25 naalitaajuuksien päästökaista ja vastaanottohaaran suodattimen rajaama järjestelmän vastaanottosignaali-

taajuuksien päästökaista ovat vierekkäiset siten, että suodattimien taajuusvastekäyrät ovat päästökaistojen välisellä estoalueella osittain päällekkäiset, t u n n e t t u siitä, että

viritetään yhden lähettimen lähetystaajuus lähetysignaalin päästökaistan sivuun testitaajuudelle, joka on lähetysshaaran suodattimen taajuus-

30 vastekäyrän ja vastaanottohaaran suodattimen taajuusvastekäyrän estoalueella,

viritetään ainakin yhden vastaanottimen vastaanottotaajuus testitaajuudelle,

lähetetään testisignaali sanotulla lähettimellä,

vastaanotetaan testisignaali, joka on vaimentunut edettyään duplex-suodattimen lähetyshaaran suodattimen ja vastaanottohaaran suodattimen kautta.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että viritetään jokaisen vastaanottimen vastaanottotaajuus testitaajuudelle, lähetetään testisignaali yhdellä lähettimellä,

vastaanotetaan testisignaali jokaisella vastaanottimella, jolloin ainakin yhden vastaanottimen vastaanotettua testisignaalin virheettömästi päätellään virheellisesti testisignaalin vastaanottaneen vastaanottimen olevan viallinen.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että,

lähetetään testisignaali vuoron perään yhdellä lähettimellä, vastaanotetaan testisignaali usealla vastaanottimella, päätellään tutkittavan lähettimen olevan viallinen, jos ainakin yksi vastaanotin on vastaanottanut minkä tahansa muun lähettimen testisignaalin virheettömästi ja tutkittavan lähettimen testisignaalin virheellisesti tai ei lainkaan.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että,

lähetetään testisignaali vuoron perään yhdellä lähettimellä, vastaanotetaan testisignaali usealla vastaanottimella, päätellään lähettimien ja vastaanottimien välisen testisilmukan olevan viallinen, jos yksikään vastaanotin ei vastaanota testisignaalin taajuista signaalia.

6. Radiolähetin-vastaanotinyksikkö järjestelmässä, jossa duplex-suodattimen lähetyshaaran suodattimen rajaama lähetyssignaalin päästökaista ja vastaanottohaaran suodattimen rajaama vastaanottosignaalin päästökaista ovat vierekkäiset siten, että suodattimien taajuusvastekäyrät ovat päästökaistojen välisellä estoalueella osittain päällekkäiset, t u n n e t t u siitä, että siihen kuuluu:

välineet lähettimen lähetystaajuuden virittämiseksi lähetyssignaalin päästökaistan sivuun testitaajuudelle, joka on lähetyshaaran suodattimen taajuusvastekäyrän ja vastaanottohaaran suodattimen taajuusvastekäyrän estoalueella,

välineet vastaanottimen vastaanottotaajuuden virittämiseksi testitaajuudelle,

välineet lähetetyn testisignaalin vastaanottimessa aiheuttaneen vasteen analysoimiseksi.

- 5           7. Järjestelmä radiolähetin-vastaanottimen testaamiseksi järjestelmässä, johon kuuluu

toiminnallisesti toisiinsa kytkettyjen lähettimen ja duplex-suodattimen muodostama lähetinhaara ja toiminnallisesti toisiinsa kytkettyjen duplex-suodattimen ja vastaanottimen muodostama vastaanotinhaara, duplex-suodattimen rajatessa lähetysignaalin päästökaistan ja vastaanottoignaalin päästökaistan,

testauksen ohjausyksikkö, jonka ohjaukselle vasteena lähetin ja vastaanotin virittyvät samalle testitaajuudelle ja lähetin lähettää testisignaalin,

- 15           tunnettu siitä, että siihen kuuluu:

testisuodatin, joka on kytketty lähetinhaaran ja vastaanotinhaaran väliin ja jonka vaimennus testitaajuudella on olennaisesti pienempi kuin duplex-suodattimen vaimennus, jolloin testisignaali etenee testausreittiä pitkin lähetimestä testisuodattimen kautta vastaanottimeen, ja jonka vaimennus duplex-suodattimen rajaamalla lähetysignaalin päästökaistalla ja vastaanottoignaalin päästökaistalla on olennaisesti suurempi kuin duplex-suodattimen vaimennus, jolloin lähetysignaali etenee lähetimestä duplex-suodattimelle ja edelleen antennille.

- 25           8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että testitaajuus on duplex-suodattimen lähetysignaalin päästönkaistan ulkopuolella.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että testisuodatin on integroitu duplex-suodattimen sisään, jolloin testausreitti käsittää myös lähettimen ja duplex-suodattimen välisen kaapeloinnin sekä duplex-suodattimen ja vastaanottimen välisen kaapeloinnin.

**(57) Tiivistelmä**

Tämän keksinnön tavoitteena on testausjärjestely, joka mahdollistaa paitsi lähetin/vastaanottimen testauksen niin myös lähettimet ja vastaanottimet duplexsuodattimeen yhdistävän kaapelin ja duplexsuodattimen testaamisen. Oivalluksena on käyttää hyväksi sitä, että duplexsuodattimen lähetyshaaran suodattimen taajuusvaste ja vastaanottohaaran suodattimen taajuusvaste ovat esto-alueella osittain päällekkäiset. Tällöin sekä testilähetyksessä että vastaanotossa voidaan käyttää samaa esto-alueen taajuutta. Lähettimessä säädetään testisignaalin taajuus ( $f_{\text{TEST}}$ ) järjestelmän vastaanottokaistan (RX) ja lähetykskaistan (TX) väliin. Vastaanottimen vastaanottotaajuus siirretään vastaanotto- ja lähetystaajuuskaistojen väliin samalle taajuudelle kuin mihin on säädetty lähettimen taajuus. Näin saadaan antenniin lähetyssignaali, joka on riittävän pienitehoinen täyttämään antennirajapinnan vaatimukset mutta samalla riittävän suuritehoinen niin että duplexsuodattimen tx-suodatinosan vaimennuksen (A dB) ja rx-suodatinosan vaimennuksen (B dB) verran vaimennuttuaan se on vielä vastaanottimen herkkyyssrajan yläpuolella. Tällä tavalla saadaan vastaanottimeen lähettimen lähettämä testisignaali, eikä tarvita mitään ylimääräisiä osia.

(Fig. 4)

1/5

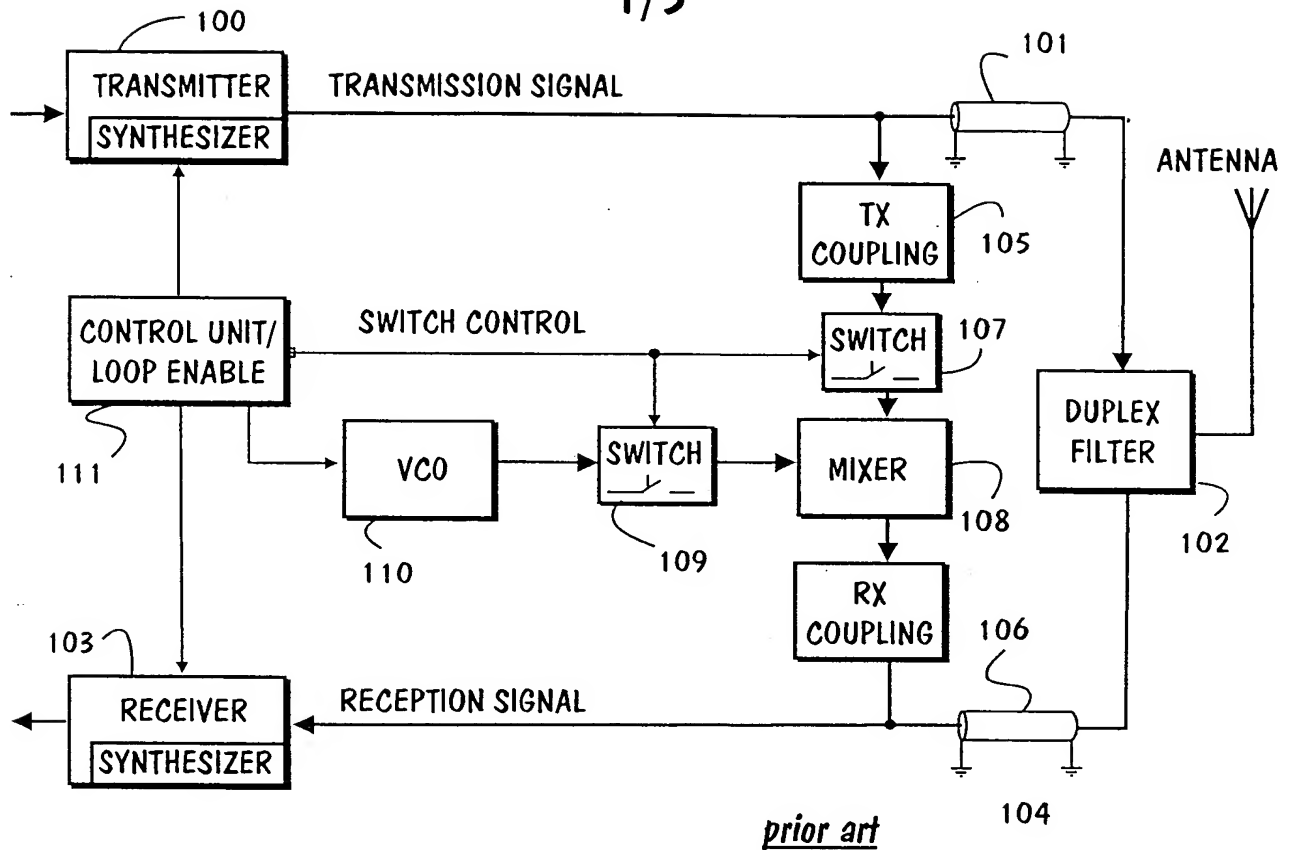


Fig. 1

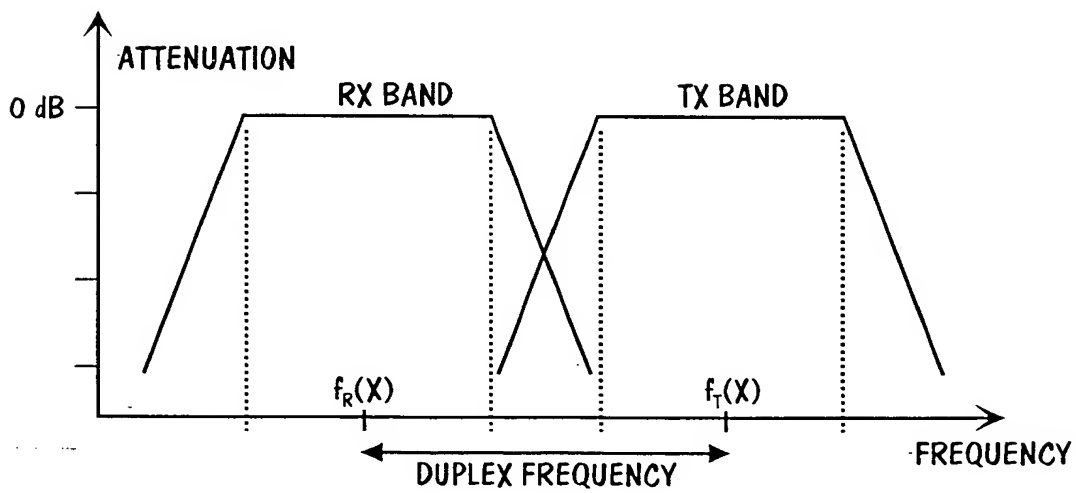
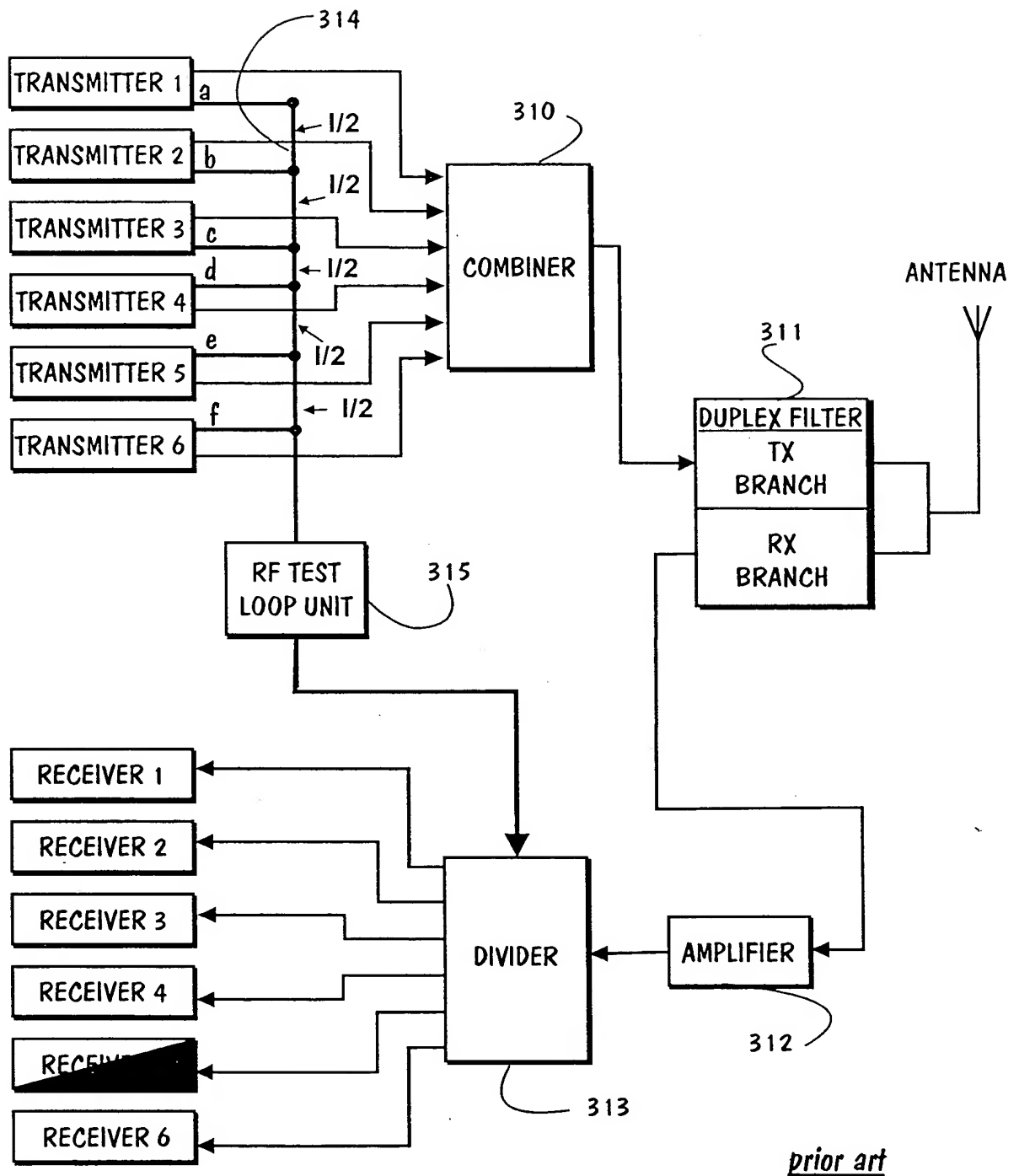
*prior art*

Fig. 2



3/5

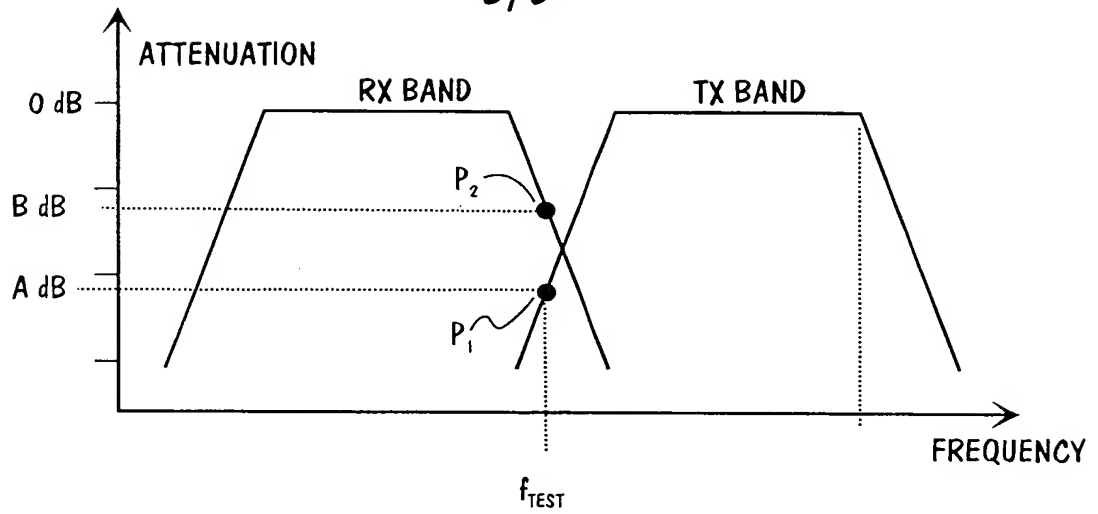


Fig. 4

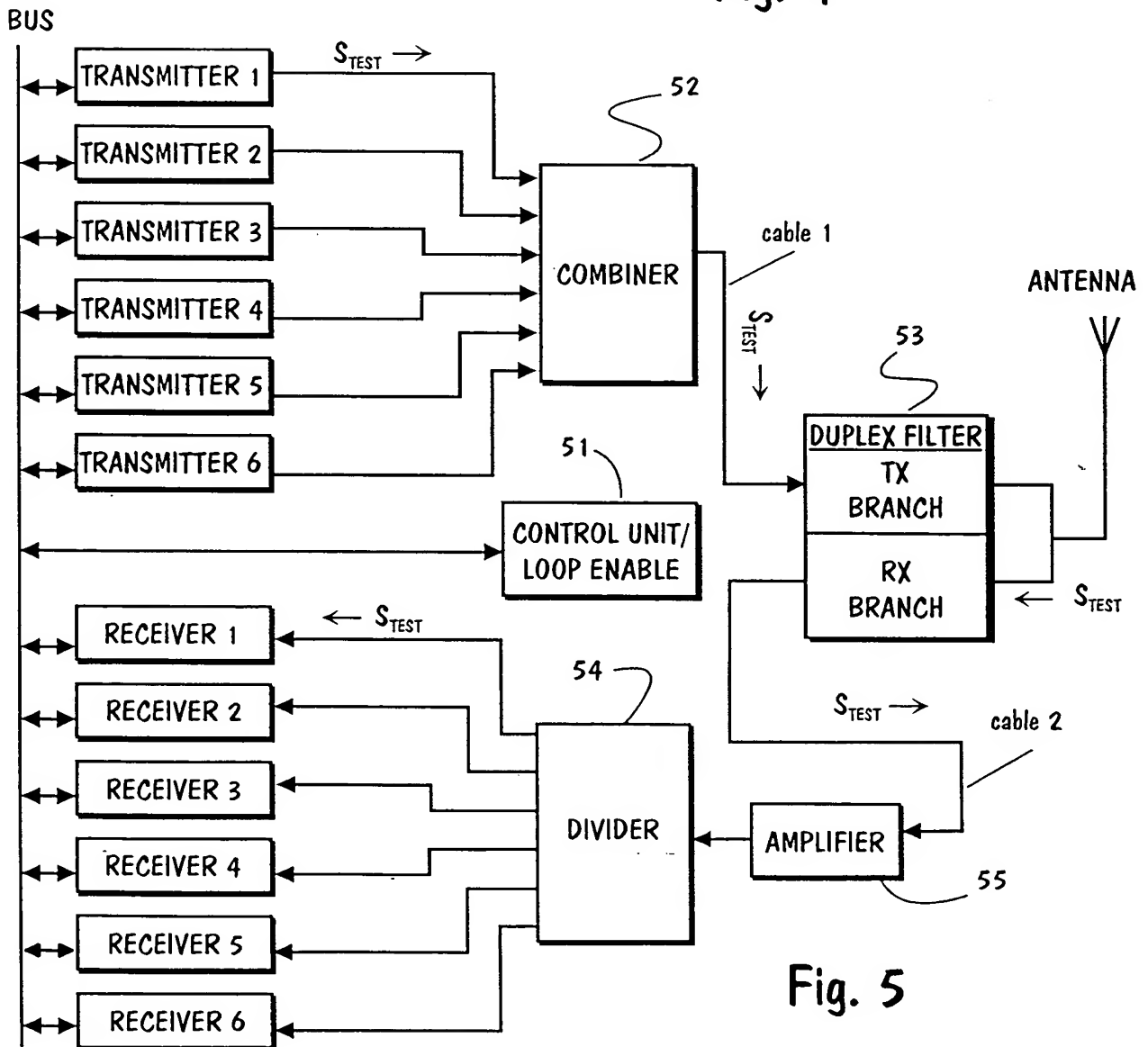


Fig. 5

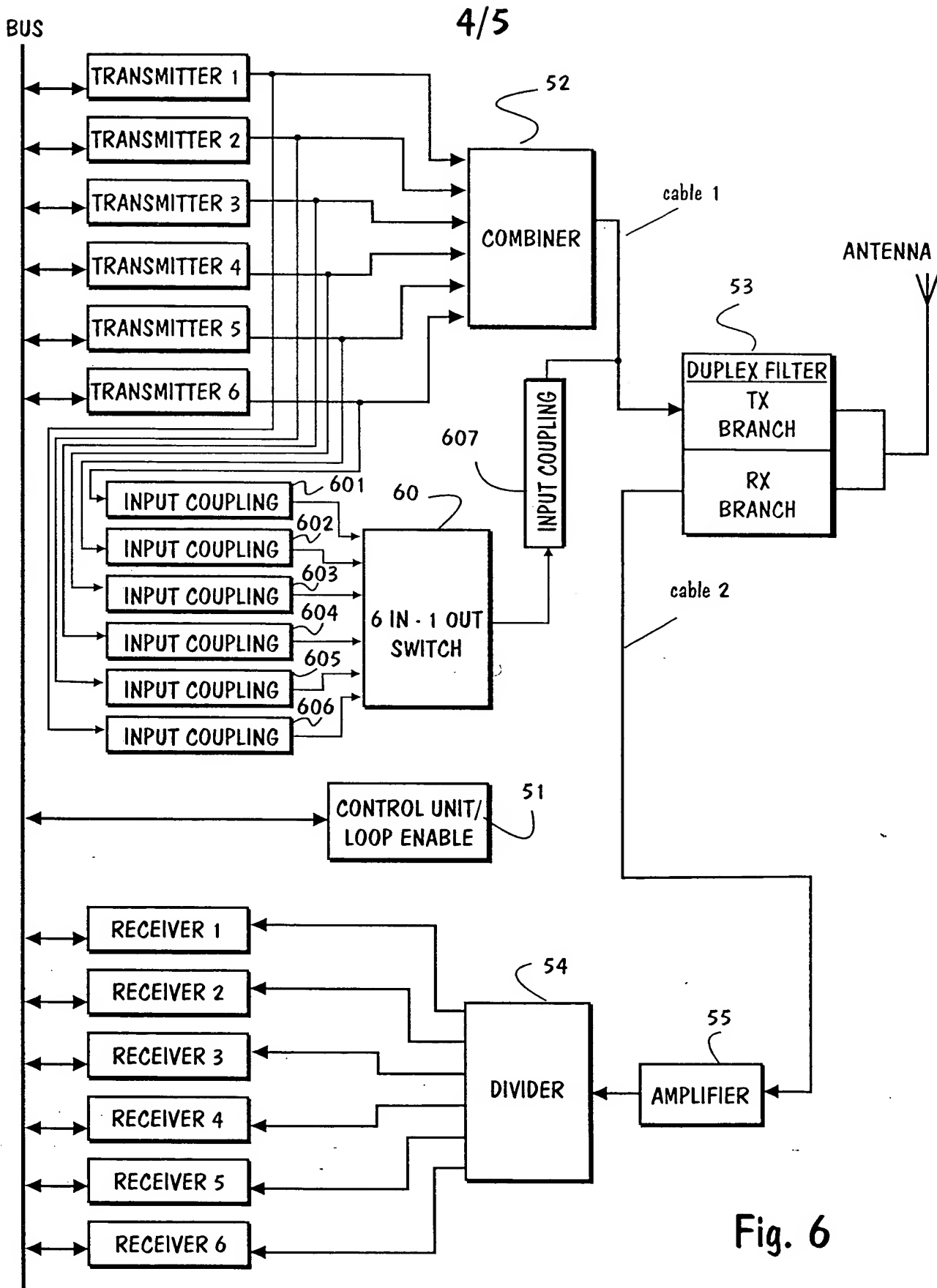


Fig. 6

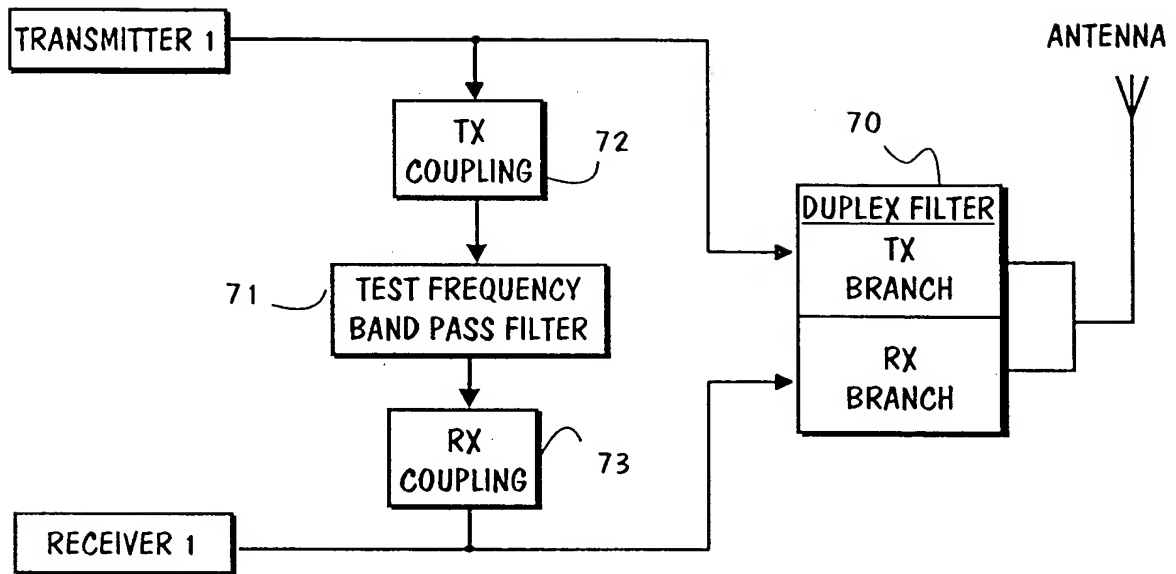


Fig. 7

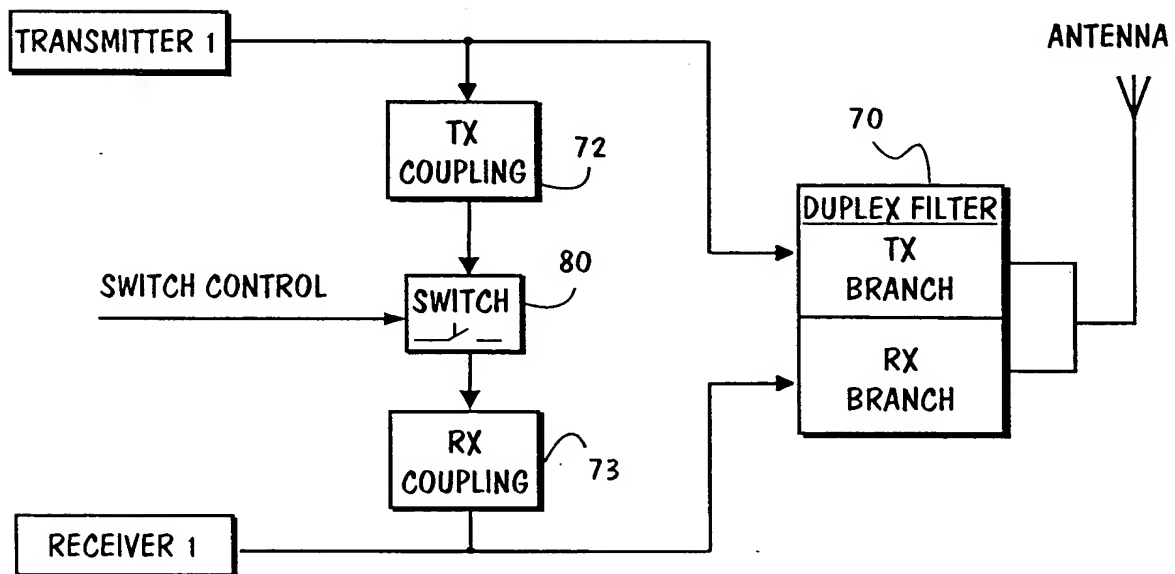


Fig. 8